建设信息科技强国的路径思考*



李国杰

中国科学院计算技术研究所 北京 100190

摘要 文章从发展信息科技与产业的角度，提出关于科技强国发展路径的看法：科技强国和产业强国是要共同实现的孪生目标，只有真正重视产业需求才能形成强大的科技；只有学术领先，才能成为真正的科技强国，因此，我国应大力加强应用研究。在实现科技强国的过程中，既要任务带学科，又要学科引任务。

关键词 科技强国，产业强国，学科发展，任务带学科

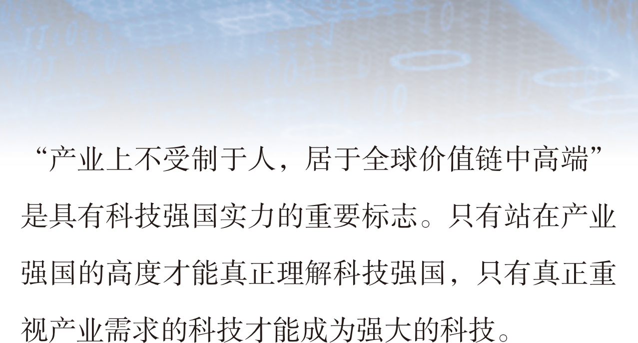
DOI 10.16418/j.issn.1000-3045.2017.05.004

党中央已明确提出建设科技强国“三步走”的目标，对如何实现这个目标，普遍流行两种观点：一是人才强则科技强，科技强则产业强，产业强则国家强。抓人才促科技，抓科技促产业就是走向科技强国的发展路径。二是我国现在科研成果很多，主要问题是成果转化不得力，只要认真解决科技与经济“两张皮”问题，中国就能走上科技强国之路。本文从发展信息科技与产业的角度，分析上述两种观点，提出笔者关于科技强国发展路径的看法：在明确产业转型升级的需求是科技发展最大动力的前提下，科技强国与产业强国必须同时并举；在更加重视应用研究的前提下，基础研究与技术创新必须同时并举，既要任务带学科，又要学科引任务。

1 科技强国与产业强国同步融合发展

人才和科技对实现强国之梦有决定性的作用，但“人才—科技—产业—国家”并不是单向的因果链条，而是有相互影响的共生关系。科技强则产业强不是指先后实现的时间顺序，而是要共同实现的孪生目标。所谓发展路径，实际上是发展过程中对一些关键策略的权衡和选择。产业强国是科技强国的主要目标，

*修改稿收到日期：2017年4月16日



“产业上不受制于人，居于全球价值链中高端”是具有科技强国实力的重要标志。只有站在产业强国的高度才能真正理解科技强国，只有真正重视产业需求的科技才能成为强大的科技。

纵观世界历史的发展，英国、法国、德国、美国、苏联、日本曾先后成为科技强国。仔细分析可以发现，这些国家并不是先成为科技强国，再由科技带动发展为产业强国。1871 年德国打败法国后，两国的力量对比急速变化，1880 年德国在世界制造业产量的份额已超过法国，1900 年占到全球 13.2%，大大超过法国（6.8%），在这个过程中，德国也逐步成为世界科技的中心。从设立诺贝尔奖的 1901 年到 1920 年，德国获得“诺奖”的人数达 20 人之多，远远超过法国（11 人）、英国（8 人）和美国（2 人）[1]。世界科学技术中心从德国向美国的转移是在 20 世纪中期完成的，但使美国成为世界科技中心地位的产业基础在此前 100 多年的铁路化和电气化中已经形成。1914 年，美国国民收入和人均收入已远远高于其他主要工业国家，但 20 世纪初美国的科学仍落后于欧洲。这些事实说明，一方面科技的进步大大促进产业的发展，另一方面产业的强大也是科技发展的经济基础，特别是，一个国家的战略产业是驱动本国原创技术发展的基本动力。

科技和经济是相互促进的联合体。人们熟知科技进步能助力经济腾飞，但往往忽视经济实力对科技发展的制约。根据世界经济论坛对国家发展阶段的划分，人均收入 9 000 美元/年是从效率驱动向创新驱动转型的起点，人均达到 17 000 美元/年才真正进入创新驱动阶段。我国目前还处于即将向创新驱动阶段转型的临界期[2]。我国信息领域常被人提起的痛处是高端通用微处理器（CPU）和操作系统等基础软件受制于人，这两项基础技术本质上是一个国家综合实力的体现，不是只要加大科研投入就能解决的问题。制造高端 CPU 的光刻机需要的零件和材料已经挑战了人类工艺的极限，要求工艺误差小到皮米级（万亿分之一米）。预计 2018 年可供货的极紫外（EUV）光刻机目前只有荷兰 ASML 公司可以制造，每台造价 1 亿美元以上。光刻机是人类智慧集大成的产物，涉及激光、材料、化学、精密机械、控制、软件等许多学科。没有长期的技术积累和全球性的协作，EUV 光刻机肯定做不出来。光刻机的案例可从一个角度说明产业强则科技强，最领先的高科技体现在企业的尖端产品中。

有些人认为科技强国的主要标志是军事强国，只要有先进的国防科技，就能成为世界强国，不一

定与产业有直接关系。实际上，国防安全也要建立在“掌握竞争和发展主动权”的基础上。也就是说，产业自主性强了，国家安全才真正有保障，这是一种“大安全”的概念。以网络信息安全为例，我国必须有一批自主可控并且具有世界一流技术的网络信息安全企业，才能为国防和机要部门提供可信的设备与软件。当年，苏联的国防科技很先进，但与其他经济部门脱节，军工领域占用大量人力和物资资源，只产生很小的外溢效应，导致苏联经济崩溃，这一教训值得吸取。

我国许多科研人员并没有把产业强国作为科研的目标，评价科研成果一般只考虑论文、专利和产品原型，所谓经济效益往往是找企业开一张应用证明对付。很少有人把科研目标定成原创的技术发明能开辟一个10亿美元以上的新市场。专家们在做国家科技发展规划时，提出的国家重大战略需求几乎都是指国防安全，普遍认为做强产业是企业的事，算不上国家重大战略需求。其实，只有做强产业，国家安全才有坚实的基础，科研人员应把发展战略产业放在心上。

我国信息领域已涌现出几家世界级的龙头企业，2016 年有 16 家公司进入全球上市公司 2 000 强。但在全球 2 000 强名单中，美国有 14 家芯片公司与 14 家软件公司，中国尚没有一家，说明我国信息产业“头重脚轻”、根基不牢[3]。世界经济论坛每年发布《全球信息技术报告》（GITR），2016 年中国的网络就绪指数（NRI）排名 59 位，但企业的创新环境排名第 104 位，创建新企业的时间和复杂程度分别排名第 121 位和第 120 位[4]，这说明企业创新一直是我国建设科技强国的短板。我国企业的总体实力不强、自主创新欲望不足是走向科技强国的主要瓶颈。

为什么企业的创新主动性不强，可能要从整个社会经济活动的宏观层面来找原因。一般而言，增加财富有两条道路：一条是用钱直接生钱，比如金融保险业、炒股、炒房地产等；另一条是通过科研把钱变成知识和技术，再通过创新创业把知识和技术变成更多的钱，知识和技术在其中起到放大器的作用。如果走前一条路比后一条路更容易赚到钱，企业就不会有积极性走后一条路。麦肯锡公司 2016 年发布的一份研究报告测算，中国超过 80% 的经济利润来自金融行业（美国为 20%左右，此处讲的经济利润是税后营业利润减去资本成本）[5]。世界 500 强中的 95 家中国企业的平均利润率只有 3.9%，而 9 家商业银行的利润率均在 20% 以上，2015 年中国工商银行利润 2 771.31 亿元，超过苹果公司，排名世界第一。2016 年中国电子信息制造业主营业务收入利润率为 4.85%，业绩最好的华为公司利润率也只有 7.1%。这就不难理解为什么清华 70% 以上的高考状元都去了经管学院。我国企业经济利润低的一个原因是企业的税负太重。根据世界银行对 139 个国家的统计，中国企业的税负是全球最高的 10 个国家之一[4]。为了激励企业增加研发投入，政府应对企业的研发投入实行更加宽松优惠的减税免税政策。近几年我国民间投资增长率明显下降，更说明此问题的严重性和迫切性。只有改变这种局面，才能吸引企业投资技术开发，科技强国才能走上良性发展道路。

不论是建设科技强国还是产业强国，关键都是提高自主创新能力。技术本身不能自由移动，能力的提高不能通过技术引进自然获得，只能在亲身

的实践中培育和成长。我国平板显示曾经像集成电路一样受制于人，京东方公司后来居上、扭转乾坤，2016年出货量达4 364万片，跃居平板显示器行业全球第三位。京东方公司从全资收购韩国现代集团5代液晶生产线开始，下真功夫地学习技术、培养人才，全面掌握了TFT-LCD技术，被习近平总书记誉为我国供给侧改革的成功案例，为我国如何走科技强国和产业强国之路树立了榜样[6]。

2 既要任务带学科，又要学科引任务

类似于发展经济，科技发展也有“供给侧”和“需求侧”的问题。从科技需求侧来看，我国目前的主要问题是企业对科技的需求不旺盛。我国科技管理部门重视“成果转化”，认为把科技成果推到企业是大学和科研单位科技人员的责任。实际上，大学和科研单位按照国家科技计划做出的所谓科研成果，大多是可公开发表的论文或没有具体应用目标的技术改进，这些成果多数将汇入人类共同享有的知识海洋，为人类文明作贡献。企业应根据市场需求去找到自己需要的技术或自主开发。斯坦福大学两位教授20世纪末做的统计表明：美国技术创新的动力源中，科技推动占22%，市场需求拉动占47%，生产需求拉动占31%。这说明需求拉动是技术创新的主要动力。建设科技强国首先要从“需求侧”发力，以企业的需求“拉动”科技发展。科研任务来自需求，从这种意义理解，任务带学科也是重要的。

随着“需求测”技术水平的上升，科技“供给侧”也要进一步提高科研成果的含金量。为了驱使科技面向国民经济主战场，许多人认为大学与科研院所的科研应当更加下沉，多做接近市场的实验开发。近年来一些头脑清醒的学者开始质疑这种倾向，明确指出企业对科研成果的要求越来越高，目前大多数高校和科研单位的科研成果满足不了先进企业的需求①。科研工作是分层次的，部门和地方的研究所、大多数非重点高校可多做开发性质的科研，直接为行业和地方经济服务；但对国家级的科研院所和重点大学，不应鼓励做短平快的研发工作，而是要向高处走，做更前瞻更基础的研究。

我国的基础研究一直未得到应有的重视，科技界对此已有较多批评与建议。但更应引起关注的是，应用研究的投入比例近10年一直在下降：20世纪90年代，我国应用研究占全部研发投入的20%以上，近几年已降至10%左右。近几年发达国家的应用研究占研发投入的比例一般都在20%—50%之间，意大利、英国、法国和澳大利亚曾分别达48.6%（2010年）、40.7%（2010年）、39.5%（2010年）和38.6%（2008年）。美国联邦政府民口科技拨款中，41%用于基础研究，32%用于应用研究。不同国家的科技投入结构有差别，不应盲目攀比，但当我国即将进入创新驱动的转型期时，应用研究投入比例不增反降，显然不正常，一定要尽快扭转这种局面。

长期以来我国提倡“任务带学科”。建国初期人力物力资源十分紧张，采取“任务带学科”的科研方针是合适的，也确实取得了以“两弹一星”为代表的巨大成就。从发展科技的一般规律

① 清华大学施一公教授认为，目前科技界的主要问题不是成果转化，而是高质量的科研成果不足，他认为只要是真正一流的成果，企业都会抢着要，不愁转化

来看，不管是国防任务还是发展经济的任务中，都会包含一些需要攻关的科学技术问题，这些问题多数在国外已经解决，我们清楚哪些技术还没有掌握。因此，如果所有的科技活动都采取“任务带学科”的做法，可能难以摆脱跟踪别人的局面。科技进步有其内在的逻辑和机制，知识的积累会把科学技术自身推向前进，这种进步就体现在学科的发展上。现代科技的发展速度之所以越来越快，呈现指数增长规律，就是因为技术的发展正比于知识积累的总量②。有些学者把学科的内在发展动力称为科学技术的“自催化”作用。国外有些学者，如《失控》《必然》《科技想要什么》的作者凯文·凯利，甚至认为技术元素如同生物一样可以自行进化[7]。不管我们同意不同意“技术自催化”的观点，当我国的科技从跟踪走向引领时，除了“任务带学科”以外，“学科引任务”应该也是今后要高度重视的一种科研模式。

强调重视学科发展，指的是重视学科知识积累。只有学科发展到更高的水平，才能把过去不可能完成的任务变成可以实现的任务；只有学术领先，才能成为真正的科技强国，这就是“学科引任务”的含义。近两年人工智能应用十分火爆，而在此6—7年前，中科院的陈云霁、陈天石研究员带领一个小团队，率先在世界上开展加速智能计算的系统结构基础研究，取得国际领先的研究成果。在其成果的引领下，国家设立了智能应用加速芯片的重大科技项目，这是“学科引任务”的鲜活案例。我国媒体上广泛宣传的科技成果多数是单点技术突破，看重某些单项技术在国际上的排名。而真正学术领先应该是在某一学科有一批领先的人才和成果。从学术的“点”发展到“线”和“面”，需要较长时间的积累。泰山看上去很雄伟，但海拔只有1 545米，青藏高原的平地都有三四千米，建设科技强国就是要构建科技的青藏高原。

与“任务带学科”有密切关系的科研方针是“集中力量办大事”，历次科技改革都传承了“两弹一星”的这条成功经验。这是我们的传家宝，一定要继承下去。做好“集中力量办大事”的前提是选择干什么大事。一般而言，只有目标明确、带有较强工程性的任务才能集中。如果实现的可能途径较多，还要做大量探索性的研究，盲目集中很多人朝一个方向干，可能是干蠢事。把基础性研究搞成大兵团作战，将一大堆小项目拼凑成一个重大计划，未必能出大成果。带基础研究性质的重大科技计划，比如大数据研究计划，国外一般称为倡议（Initiative），而且与集中实施的大项目（Project）的组织方式不同。生物医药、信息、材料等领域许多大成果是小团队做出来的，设立重大项目更要慎重。同时，谁来干大事也是需要重视的问题。多年来我国习惯于依靠体制内的国防科研单位、大院、大所来完成重大科研任务。其实，领头的民营企业和众多创新公司也是实现科技强国的重要力量，应打破科技体制机制上的束缚，充分激发全民的创新活力。

参考文献

1 申漳. 简明科学史话. 北京: 中国青年出版社, 1981.

2 世界银行, 国务院发展研究中心. 2030年的中国. 北

② 指数函数 $y=e^{kx}$ 的微分形式是 $dy=kydx$，即函数值（技术知识）的增量与函数当前值的总量（当前技术知识总量）成正比

京: 中国财政经济出版社, 2013.
3 李国杰, 徐志伟. 从信息技术发展态势看新经济. 中国科学院院刊, 2017, 32(3): 233-238.
4 Baller S, Dutta S, Lanvin B, Eds. Global information technology report 2016. innovating in the digital economy. Geneva: World Economic Forum and INSEAD, 2016.
5 麦肯锡全球研究院. 中国的选择: 抓住5万亿美元的生产力机遇. [2016-06-30]. http://www.chnmc.com/d/file/wisdom/Stzlcase/2016-06-30/1467249988926216.pdf.
6 路风. 光变: 一个企业及其工业史. 北京: 当代中国出版社, 2016.
7 Kevin Kelly. 科技想要什么. 熊详, 译. 北京: 中信出版社, 2011.

Thinking on Path for Building Powerful Country of Information Science and Technology

Li Guojie
(Institute of Computing Technology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China)

Abstract From the perspective of the development of information technology and industry, this article advances an opinion on the path of development of science and technology power. Scientific power and industrial power are twin goals to be achieved together. Only if we really pay attention to industry demand, powerful technology would be formed. China will be a real power of science and technology only when becoming an academic leader. China should vigorously strengthen the applied research. In the process of realizing the power of science and technology, we need not only to develop mission-driven academic subjects, but also promote academic subjects by its own demands.

Keywords technological power, industrial power, subject development, mission-driven academic subjects

李国杰 中国工程院院士、发展中国家科学院（TWAS）院士。中科院计算技术所原所长，研究员，兼任中科院科技战略咨询院科技智库特聘研究员。1943年出生于湖南，1985年在美国Purdue大学获得博士学位。主要从事并行算法、高性能计算机、互联网、人工智能等领域的研究，发表了150余篇学术论文，出版《创新求索录》个人文集。主持研制曙光-1000 等计算机，获国家科技进步奖一等奖等奖励。E-mail: lig@ict.ac.cn

Li Guojie Born in 1943, received his Ph.D. in 1985 at Purdue University, USA. He was the director of the Institute of Computing Technology, Chinese Academy of Sciences (CAS), and now is a professor of this institute and a specially-appointed research fellow of the Science and Technology Think Tanks in the CAS Institutes of Science and Development (CASISD). He mainly engaged in researches on parallel algorithm, high performance computer, internet, and artificial intelligence. He has published more than 150 academic papers, directed a series of projects such as building Dawning-1000 computer, and won the First Prize of National Science and Technology Progress Award. He is a member of Chinese Academy of Engineering, as well as fellow of The World Academy of Sciences for the advancement of science in developing countries (TWAS). E-mail: lig@ict.ac.cn